

# Device for measurement of electrical energy comprising a multiplexer.

Publication number: DE69521939T

Publication date: 2002-04-04

Inventor: DUBIN MICHEL (FR); TALBOT JACQUES (FR);  
DECAUX PIERRE (FR)

Applicant: SCHLUMBERGER IND SA (FR)

Classification:

- international: G01R21/133; G01R21/00; (IPC1-7): G01R21/133

- european: G01R21/133B

Application number: DE19956021939T 19950519

Priority number(s): FR19940006674 19940601

Also published as:

EP0685744 (A1)  
US5545981 (A1)  
FR2720834 (A1)  
EP0685744 (B1)  
RU2144197 (C1)

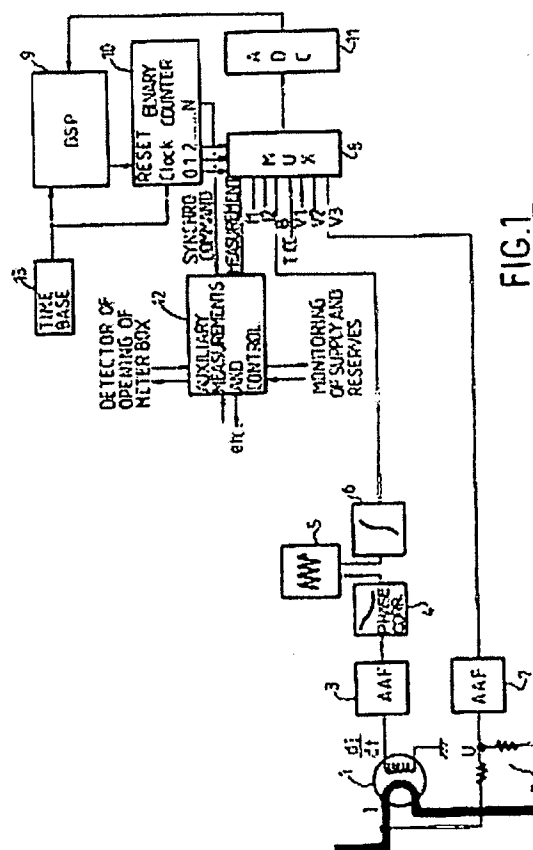
more >>

Report a data error here

Abstract not available for DE69521939T

Abstract of corresponding document: EP0685744

A device for measurement of electrical energy having current and voltage sensors 1, 2, a multiplexing circuit 8 and an analogue to digital converter 11. A microprocessor 9 controls the multiplexing circuit in order to supply the current and voltage signals alternately to the converter 11, the microprocessor 9 calculating the electrical energy at a moment in time using two values of the voltage situated around a current sample and using three samples of the current. By these means the time delay between samples of the voltage and current can be corrected.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(2)



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑤① Int. Cl. 7:  
G 01 R 21/133

⑨⑦ EP 0 685 744 B 1

⑩ DE 695 21 939 T 2

- ②① Deutsches Aktenzeichen: 695 21 939.1  
⑨⑥ Europäisches Aktenzeichen: 95 401 161.5  
⑨⑥ Europäischer Anmeldetag: 19. 5. 1995  
⑨⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 6. 12. 1995  
⑨⑦ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 1. 8. 2001  
⑨⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 4. 4. 2002

③⑨ Unionspriorität:  
9406674 01. 06. 1994 FR

⑦③ Patentinhaber:  
Schlumberger Industrie S.A., Montrouge, FR

⑦④ Vertreter:  
Prinz und Partner GbR, 81241 München

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC,  
NL, PT, SE

⑦② Erfinder:  
Dubin, Michel, F-86000 Poitiers, FR; Talbot,  
Jacques, F-86380 - Marigny-Brizay, FR; Decaux,  
Pierre, F-86360 - Chasseneuil du Poitou, FR

⑤④ Gerät zur Messung elektrischer Energie mit einem Multiplexer

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 695 21 939 T 2

DE 695 21 939 T 2

0 685 744 (95401161.5)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen elektrischer Energie, die einen Stromsensor und einen Spannungssensor umfaßt, die Strom- bzw. Spannungssignale an eine Multiplexerschaltung liefern, wobei die Signale  
5 dann gemäß einem sequentiellen Zyklus der Signale an einen Analog/Digital-Umsetzer geschickt werden.

Im Gebiet der Messung elektrischer Energie kommt es oft vor, daß ein einzelner Analog/Digital-Umsetzer verwendet wird, um Signale, die von mehreren Sensoren ankommen, umzusetzen, damit die mit der Verwendung  
10 mehrerer Umsetzer einhergehenden Kosten verringert werden. Hierzu wird eine Multiplexerschaltung verwendet, die die Reihenfolge steuert, in der die Signale von den Sensoren zum Umsetzer geschickt werden. Nachteilig ist, daß die Multiplextechnik und die für die Umsetzung jedes Signals erforderliche Zeitspanne eine Zeitverzögerung zwischen der Umsetzung der Werte der  
15 Spannungssignale und der Stromsignale zur Folge haben. Diese Zeitverzögerung kann bedeutsam werden, wenn gewünscht ist, die momentane Energie eines Wechselstromsignals zu berechnen, da der Stromwert, der dann gemessen wird, im Vergleich zum folgenden Wert der Spannung, die gemessen wird, einem anderen Punkt des Signals entspricht. Die Probleme, die mit dieser  
20 Zeitverzögerung einhergehen, werden wichtiger, wenn gewünscht ist, den Energieverbrauch auf jeder Phase eines Mehrphasennetzes unter Verwendung eines einzigen Umsetzers zu messen, da die Abtastzykluszeit länger wird.

Um diesen Fehler zu verringern, kann einfach die Zeitverzögerung zwischen den Messungen durch die Verwendung eines Umsetzers mit einer schnellen  
25 Umsetzungszeit verringert werden. Es sind auch Systeme vorgeschlagen worden, die die Zeitverzögerung zwischen Messungen während einer folgenden Rechenstufe kompensieren. Insbesondere beschreibt DE 4 221 057 ein System, das das Produkt aus einer ersten Spannungsmessung mit der folgenden

Strommessung sowie das Produkt dieser Strommessung mit der nächsten Spannungsmessung addiert und die Summe mit einem Faktor auf der Grundlage der Frequenz des Signals und der Zeitperiode zwischen den Abtastungen korrigiert. Dieses System erfordert mehrere Multiplikationsschritte zwischen den  
5 Spannungs- und Strommessungen und berechnet nicht die momentane Energie. Ein weiteres Beispiel eines Elektrizitätsmeßgeräts, das eine Multiplexerschaltung mit Mitteln zum Kompensieren der Zeitverzögerung zwischen den Strom- und Spannungsabtastwerten besitzt, ist in GB 1 575 148 beschrieben.

10 In der vorliegenden Erfindung berechnen elektronische Steuermittel die momentane elektrische Energie zum Zeitpunkt der Messung eines ersten Strom- oder Spannungssignals durch einen ersten Schritt der Berechnung eines Wertes, der das erste Signal repräsentiert, das aus dem Wert des ersten Signals erhalten wird, das zu diesem Zeitpunkt abgetastet wird, und durch einen zweiten Schritt  
15 des Berechnens eines Wertes, der das zweite Signal repräsentiert, das aus den Werten zweier Abtastungen des zweiten Signals erhalten wird, die vor und nach dem Zeitpunkt der Messung des ersten Signals ausgeführt werden. Die vorliegende Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß der erste Schritt des Berechnens des Wertes des ersten Signals ferner wenigstens zwei weitere Abtastwerte des ersten Signals verwendet, um den Wert dieses Signals zu  
20 berechnen, wobei einer dieser weiteren Abtastwerte vor dem Zeitpunkt der Messung des ersten Signals erhalten wird und der andere nach dem Zeitpunkt der Messung erhalten wird.

Durch Verschachteln der abgetasteten Werte können die Probleme der Zeitverzögerung in den Berechnungsschritten kompensiert werden. Jeder  
25 Abtastwert kann durch einen Koeffizienten korrigiert werden, dessen Wert von dem relativen Zeitverlauf der Abtastungen abhängt. In dem Fall, in dem der Schritt des Berechnens des ersten Signals drei Abtastwerte verwendet und der Schritt des Berechnens des zweiten Signals zwei Abtastwerte verwendet, lauten die Werte der Koeffizienten des ersten Signals  $1/2$ ,  $1$ ,  $1/2$  für die Abtastwerte, die  
30 vor dem fraglichen Zeitpunkt, zu diesem Zeitpunkt bzw. nach diesem Zeitpunkt

erhalten werden. Ferner lauten die Werte der Koeffizienten des zweiten Signals 1, 1. Die Verwendung der Koeffizienten für zwei Signale mit den gleichen relativen Werten hat die Lieferung der Werte des ersten und des zweiten Signals mit derselben relativen Amplitude zur Folge.

- 5        Koeffizienten mit diesen Werten werden verwendet, wenn die abwechselnden Abtastungen jedes Signals zeitlich gleich beabstandet sind. Unterschiede können beispielsweise entstehen, wenn ein Multiplexzyklus andere umzusetzende Werte enthält, für die der Abtastwert eines Signals zu den beiden benachbarten Abtastwerten des anderen Signals nicht gleich beabstandet ist. In diesem Fall  
10       können andere Koeffizientenwerte verwendet werden, um die Zeitdifferenz der abgetasteten Werte zu korrigieren.

- Die Einführung eines Rechenschrittes, der wenigstens drei Abtastungen eines Signals verwendet, um einen diesem Signal entsprechenden Wert zu berechnen, hat bestimmte Vorteile. Insbesondere ermöglicht dies die Definition eines  
15       Kammdezimierungsfilters mit drei oder mehr Koeffizienten. Beispielsweise kann in dem obenbeschriebenen Fall ein Kammdezimierungsfilter mit den Koeffizienten  $1/2$ ,  $1$ ,  $1/2$  definiert werden, wobei das Filter um eine Frequenz, die der halben Frequenz zwischen Abtastungen dieses Signals entspricht, einen flachen Dämpfungsbereich besitzt. Im Vergleich dazu definiert ein  
20       Dezimierungsfilter, das nur zwei Koeffizienten verwendet, eine Dämpfungskurve, die einen dem maximalen Dämpfungswert entsprechenden Punkt besitzt.

- In bestimmten Fällen können zu den Spannungs- und Stromsignalen andere Signale, beispielsweise ein Zittersignal, addiert werden, um die Auflösung des Umsetzers zu verbessern. Entsprechend den bekannten Grundlagen dieser Technik  
25       ist es gewöhnlich notwendig, dieses Zittersignal nach der Umsetzung der Signale zu entfernen. Ein Weg hierzu besteht darin, ein Zittersignal mit einer Frequenz mit einem Wert in der Nähe der halben Abtastfrequenz des zu messenden Signals einzuführen, wobei das Signal nach der Umsetzung unter Verwendung eines Dezimierungsfilters entfernt wird, das Signale mit dieser Frequenz dämpft. Im  
30       allgemeinen hat das Zittersignal eine Frequenz, die nicht genau gleich der halben

Abtastfrequenz ist, wobei die Verwendung eines Dezimierungsfilters mit zwei Koeffizienten und einem einzigen Dämpfungspunkt zur Folge hat, daß ein Zittersignal mit einem geringen Betrag zurückbleibt. Im Vergleich dazu gewährleistet die Verwendung eines Dezimierungsfilters mit wenigstens drei Koeffizienten, daß das Zittersignal vollständiger entfernt wird. Somit schafft die vorliegende Erfindung ein System, das die Zeitverzögerungen zwischen den Spannungs- und Stromwerten kompensiert und insbesondere für die Verwendung mit einem Zittersignal geeignet ist, um dieses Signal nach der Umsetzung zu entfernen. In einer Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung ferner Mittel zum Addieren eines Zittersignals zu dem ersten Signal, das eine Frequenz in der Umgebung der halben Abtastfrequenz dieses Signals hat.

In diesem Zusammenhang verwendet eine besonders vorteilhafte Ausführungsform ein Dezimierungsfiler mit drei Koeffizienten, die durch den ersten Berechnungsschritt definiert werden, und ein Dezimierungsfiler mit zwei Koeffizienten, die durch den zweiten Schritt definiert werden.

Diese Ausführung ist besonders vorteilhaft für die vollständige Unterdrückung des Zittersignals nach der Umsetzung und vermeidet die Probleme einer komplexen Berechnung, die mit Filtern mit mehr als drei Koeffizienten einhergeht. Ebenso beseitigt die Verwendung eines Filters mit zwei Koeffizienten für das andere Signal die Zeitverzögerung zwischen den Signalen.

Die vorliegende Erfindung kann verwendet werden, um die elektrische Energie auf einer einzigen Phase zu messen. Die vorliegende Erfindung findet ferner Anwendung auf eine Vorrichtung zum Messen der elektrischen Energie eines Mehrphasennetzes, die einen Stromsensor und einen Spannungssensor für jede Phase besitzt, wobei die elektronischen Steuermittel und die Multiplexerschaltung zusammenwirken, um Signale von jedem Sensor in einem sequentiellen Zyklus an den Umsetzer zu liefern, wobei die Steuermittel die momentane elektrische Energie für jede Phase wie oben beschrieben berechnen.

Im Gebiet der Elektrizitätsmessung können auf dem Netz Welligkeitssteuersignale verschickt werden, die die Funktionsweise des Meßgeräts steuern. In einer Ausführungsform umfaßt die Multiplexerschaltung einen Eingang, der so beschaffen ist, daß er ein Welligkeitssteuersignal empfängt, 5 beispielsweise einen Welligkeitssteuerempfänger, der einem der Spannungssensoren zugeordnet ist, wobei dieser Meßwert in dem sequentiellen Zyklus zusammen mit den anderen Meßwerten an den Umsetzer geliefert wird.

Um die Symmetrie des Multiplexzyklus beizubehalten, muß in dem Zyklus zusätzlich zu dem das Welligkeitssteuersignal repräsentierenden Wert ein weiterer 10 Wert addiert werden, so daß der Zyklus eine gerade Anzahl von Abtastwerten umfaßt. Um die Entfernung parasitärer Spannungen aufgrund der "Speicherung" von Komponenten der Schaltung, insbesondere der den Kondensatoren in den Umschalterschaltungen zugeordneten Ladungen, zu ermöglichen, kann durch diesen Kanal ein Spannungswert, der gleich null ist, erhalten werden.

15 In einer Ausführungsform steuern die elektronischen Steuermittel den Anschluß eines weiteren Überwachungssignals, das eine oder mehrere überwachte Größen repräsentiert, an einen Kanal der Multiplexerschaltung mit einer Frequenz, die niedriger als die Abtastfrequenz dieses Kanals ist, damit dieser Kanal für die meiste Zeit null ist, er jedoch intermittierend das 20 Überwachungssignal empfängt, das zum Umsetzer durchgelassen werden soll. Durch diese Mittel wird die Beseitigung parasitärer Spannungen erzielt, wobei die Multiplexerschaltung Informationen in der Vorrichtung von einer weiteren Quelle zum Umsetzer durchlassen kann. Beispielsweise können Informationen bezüglich des Öffnens des Meßgerätgehäuses oder des Zustandes der Stromversorgung des 25 Meßgeräts als Antwort auf ein von den Steuermitteln ankommendes Steuersignal zum Umsetzer geschickt werden.

Wegen der Unterschiede zwischen den Amplituden, die zwischen den Spannungs- und Stromsignalen möglich sind, werden in einer bevorzugten Ausführungsform das Null-Signal und das Überwachungssignal im

Multiplexzyklus zwischen den Abtastwerten für die Spannung und den Abtastwerten für den Strom angeordnet.

Die Erfindung wird am besten verständlich im Lichte der folgenden Beschreibung einer Ausführungsform der Erfindung, die anhand eines  
5 erläuterten und nichtbeschränkenden Beispiels und mit Bezug auf die beigelegte Zeichnung gegeben wird, worin:

Fig. 1 eine Vorrichtung zum Messen elektrischer Energie für ein Dreiphasennetz gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 den Multiplexzyklus und die Verarbeitung von Abtastwerten, die von  
10 der Vorrichtung nach Fig. 1 ausgeführt wird, zeigt;

Fig. 3 zwei Kurven zeigt, die das Verhalten der Dezimierungsfiler mit zwei bzw. drei Koeffizienten, die durch die in Fig. 2 gezeigte Verarbeitung von Abtastwerten definiert werden, repräsentieren.

Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zum Messen elektrischer Energie für ein  
15 Dreiphasennetz. Für jede Phase sind ein Stromsensor, der einen Transformator 1 mit wechselweiser Induktanz umfaßt, und ein Spannungssensor, der einen Spannungsteiler 2 umfaßt, vorhanden. Das Stromsignal des Transformators wird an ein analoges Tiefpaßfilter 3 (Antialiasing-Filter) geliefert, dem ein Phasenkorrektor 4 folgt, der Phasenunterschiede korrigiert, die zwischen den  
20 Strom- und Spannungskanälen bleiben. Eine Zitterschaltung 5 addiert zu dem Stromsignal ein Zittersignal, ferner integriert ein Integrator 6 die Signale, was deswegen notwendig ist, weil der Transformator mit wechselweiser Induktanz ein Signal liefert, das die Ableitung des gemessenen Stroms repräsentiert. Das Spannungssignal wird außerdem an ein Tiefpaßfilter 7 geliefert, anschließend  
25 werden die Spannungs- und Stromsignale an die Eingänge I3, V3 eines Multiplexers 8 geliefert. Die Elemente der Eingangsschaltung jedes Kanals wiederholen sich für jede Phase, sind hier jedoch nicht gezeigt. Die Signale in die Eingänge des Multiplexers 8 werden in einem sequentiellen Zyklus an einen Analog/Digital-Umsetzer 11 geschickt, der durch den Multiplexer 8 und durch ein



elektronisches Steuermittel gesteuert wird, das einen Mikroprozessor 9 und einen binären Zähler 10 umfaßt. Der Multiplexer empfängt ferner Welligkeitssteuersignale TCC einer Welligkeitssteuerschaltung mit herkömmlicher Konstruktion sowie ein Überwachungssignal von einer Überwachungsschaltung 12. Die Überwachungsschaltung 12 empfängt Signale von Vorrichtungen, die das Öffnen des Meßgerätgehäuses, den Zustand der Stromversorgung zum Meßgerät und dergleichen erfassen und Informationen bezüglich ihres Zustandes liefern. Die vom Multiplexer ausgegebenen Signale werden anschließend durch den Umsetzer 11 in digitale Werte umgesetzt und zum Mikroprozessor 9 geschickt, um ausgewertet zu werden.

Die Steuerung der Multiplexierung der Signale wird unter Verwendung eines Takts 13 ausgeführt, der als eine Zeitbasis dient und der den binären Zähler 10 inkrementiert und den Mikroprozessor 9 ansteuert. Der vom Multiplexer 8 ausgewählte Kanal wird durch den Zustand der Ausgänge 1, 2, 4 des binären Zählers 10 mit einem Zyklus aus acht Positionen adressiert. Der ausgewählte Kanal wird dann durch den Umsetzer 11 sofort umgesetzt. Das Ausgangssignal der Überwachungsschaltung 12 ist null, falls diese Schaltung vom binären Zähler 10 keinen Befehl empfängt. Der Mikroprozessor 9 synchronisiert den binären Zähler periodisch durch ein Rücksetzsignal, wobei dessen interner Zähler ihm ermöglicht, den Kanal zu kennen, der zu einem gegebenen Zeitpunkt ausgewählt ist. Normalerweise synchronisiert der Mikroprozessor den Zähler am Ende jedes Zyklus aus acht Messungen. Zu vorgegebenen Zeiten hält er jedoch das Senden eines Rücksetzsignals an, wobei dann der Ausgang N des binären Zählers zu einem Wert 1 übergehen kann, um ein die Überwachungsschaltung 12 aktivierendes Signal zu senden und um einen oder mehrere Meßzyklen auf dem Überwachungskanal zu beginnen. Wenn diese Messungen beendet sind, beginnt der Mikroprozessor erneut mit dem Senden von Rücksetzsignalen.

Wie beschrieben worden ist, setzt der Mikroprozessor während der meisten Zeit den Zähler am Ende des Zyklus aus acht Messungen zurück, so daß der Überwachungskanal Messungen oder Steuersignalen vorbehalten bleibt, die mit

einer verhältnismäßig niedrigen Frequenz im Vergleich zu der durch die Taktsignale definierten Abtastfrequenz ausgeführt werden. Der Kanal befindet sich somit normalerweise auf einem Potential von null Volt, um einen besseren Übergang zwischen der Position 7, die den letzten Spannungsabtastwert V3 repräsentiert, und der Position 1, die die erste Abtastung des Stroms I1 repräsentiert, zu ermöglichen. Zwischen diesen beiden Positionen erzwingt der Kanal ein Potential von null Volt, um parasitäre Spannungen zu beseitigen, die durch die Kapazitäten und die "Speicherwirkung" der Umschalterschaltungen hervorgerufen werden. Die Überwachungsschaltung wird somit durch das Ausgangssignal N des binären Zählers mit einer Frequenz, die ein Untervielfaches der Abtastfrequenz ist und von N abhängt, zu Zeitpunkten, die durch den Mikroprozessor gewählt werden, in Betrieb versetzt und synchronisiert, was eine Architektur ergibt, die flexibel und einfach zu parametrisieren ist.

Fig. 2 zeigt eine numerische Behandlung von Abtastwerten einer einzelnen Spannungsphase und einer einzelnen Stromphase in einem Multiplexzyklus. Wie gezeigt ist, wird die Zeitverzögerung zwischen einer Spannungsmessung U1 und einer Strommessung I1 durch einen Spannungsberechnungsschritt, der die beiden Spannungswerte 20, 21 summiert, die um den Stromwert 22 abgetastet werden, und einen Stromberechnungsschritt, der den Stromwert 22 und die beiden Stromwerte 23, 24 um diesen Wert summiert, kompensiert. Da die Frequenz der Abtastung zwischen zwei Messungen viel größer als die Frequenz des gemessenen Wechselstromsignals ist, so daß zwischen einer Folge von Messungen eine lineare Beziehung besteht, kann eine Darstellung der Spannung zu dem Zeitpunkt, der der Abtastung des Stroms 22 entspricht, unter Verwendung der beiden Spannungsmessungen 20, 21, multipliziert mit den relativen Koeffizienten 1, 1, berechnet werden. Eine Abtastfrequenz, die typischerweise verwendet wird, liegt für ein Wechselstromsignal von 50 Hz zwischen 5 kHz und 8 kHz. Durch diese Verschachtelungstechnik werden somit die Probleme der Verzögerung zwischen Messungen der Spannung und des Stroms beseitigt.

Obwohl es möglich ist, einen momentanen Energiewert unter Verwendung des berechneten Spannungswerts und des einzigen Stromwerts, der zum Zeitpunkt 22 abgetastet wird, zu berechnen, wird bevorzugt, den Wert des Stroms unter Verwendung von drei Stromabtwerten, die mit den relativen Koeffizienten 1/2, 1, 1/2 multipliziert werden, zu berechnen. Diese Berechnung hält das relative Verhältnis zwischen den Werten der Spannung und des Stroms aufrecht und gibt Anlaß zu den Vorteilen, die mit dem digitalen Filter einhergehen, das durch diese Berechnung definiert wird.

Wie in Fig. 3 gezeigt ist, zeigt die erste Kurve 31 die Filterantwort, die durch die Behandlung der Spannungsabtwerte definiert wird. Genauer wird ein Filter, das eine Verstärkung in  $\cos(f)$  besitzt, durch die folgende Operation definiert:

$$Y_n = X_{n-1} + X_n$$

Dieses Filter hat an einem Punkt, der der halben Abtastfrequenz entspricht, den Wert null, wobei das Verhalten dieses Filters im oberen Teil in Fig. 3 gezeigt ist.

Im Vergleich dazu hat das Filter, das durch die Verarbeitung der Stromabtwerte gemäß der Operation

$$Y_n = X_{n-2}/2 + X_{n-1} + X_n/2$$

die im unteren Teil von Fig. 3 gezeigte Form 32, d. h. eine Verstärkung in  $\cos^2(f)$ , wobei bei einer Frequenz, die der halben Abtastfrequenz entspricht, ein flacher Bereich 30 vorhanden ist, der den Bereich maximaler Dämpfung der Signale definiert. Andere Filter mit vier oder mehr Koeffizienten können ebenso verwendet werden, um einen flachen Dämpfungsbereich zu ergeben. Die Vorteile eines Filters dieses Typs hängen mit der Verwendung eines Zittersignals zusammen, das zu der Strommessung addiert wird, um die Auflösung des Umsetzers auszunutzen.

In Fig. 1 ist nach dem Stromsensor 1 ein Antialiasing-Filter 3 mit einer Kappungsfrequenz, die der halben Abtastfrequenz entspricht, gezeigt. Dann wird zu dem Stromsignal ein Zittersignal addiert, das eine Frequenz in der Umgebung der Kappungsfrequenz besitzt. Ein typisches Zittersignal hat die Form einer dreieckigen Welle mit einer Amplitude, die mehreren Quantisierungsschritten entspricht. In der vorliegenden Ausführungsform befindet sich die Zitterschaltung auf der Einlaßseite eines Integrators 6, wobei ein Signal mit quadratischer Form addiert wird, das nach der Integration zu einem dreieckigen Signal wird.

Nach der Umsetzung des Stromsignals sollte das Zittersignal entfernt werden. In einer Ausführungsform kann dies unter Verwendung eines Dezimierungsfilters des Typs geschehen, das für die Spannungssignale verwendet wird, d. h. ein Filter mit zwei Koeffizienten. Wie in Fig. 3 gezeigt ist, wird das Zittersignal durch dieses Filter gedämpft. Unter der Voraussetzung, daß dieses Filter nur an einem Punkt den Wert null hat und daß das Zittersignal im allgemeinen nicht genau die halbe Abtastfrequenz besitzt, bleibt jedoch ein Teil des Zittersignals nach der Filterung zurück.

Im Vergleich dazu definiert ein Dezimierungsfilter mit drei oder mehr Koeffizienten, d. h. ein Filter des Typs, der oben für den Stromkanal beschrieben worden ist, eine Kurve des Typs, der im unteren Teil von Fig. 3 gezeigt ist und einen flachen Bereich in der Umgebung der halben Abtastfrequenz aufweist. Somit wird das Zittersignal durch dieses Filter vollständig beseitigt.

Durch diese Mittel kompensiert die vorliegende Erfindung die Verzögerungen zwischen Abtastwerten der Spannung und des Stroms und ermöglicht ferner eine Beseitigung eines Zittersignals im Stromkanal.

0 685 744 (95401161.5)

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Messen elektrischer Energie, mit einem Stromsensor (1) und einem Spannungssensor (2), die Strom- bzw. Spannungssignale an eine Multiplexerschaltung (8) liefern, wobei die Signale dann in einem sequentiellen Signalzyklus an einen Analog/Digital-Umsetzer (11) geschickt werden, elektronischen Steuermitteln (9, 10), die die momentane elektrische Energie zum Zeitpunkt der Messung eines ersten Strom- oder Spannungssignals durch einen ersten Schritt der Berechnung eines Wertes, der das erste Signal repräsentiert, das aus dem Wert des ersten Wertes (22) erhalten wird, der zum Zeitpunkt der Messung des ersten Signals abgetastet wird, und durch einen zweiten Schritt des Berechnens eines Wertes, der das zweite Signal repräsentiert, das aus den Werten zweier Abtastungen (20, 21) des zweiten Signals erhalten wird, die vor und nach dem Zeitpunkt der Messung des ersten Signals ausgeführt werden, berechnen, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Schritt des Berechnens des Wertes des ersten Signals ferner wenigstens zwei weitere Abtastwerte (23, 24) des ersten Signals verwendet, wovon einer (23) vor dem Zeitpunkt der Messung des ersten Signals erhalten wird und der andere (24) nach dem Zeitpunkt der Messung erhalten wird.
2. Vorrichtung zum Messen elektrischer Energie nach Anspruch 1, in der die Werte der Abtastungen des ersten Signals mit Koeffizienten multipliziert werden, die die relativen Werte  $1/2$ ,  $1$ ,  $1/2$  für die Abtastungen vor dem Zeitpunkt der Messung des ersten Signals bzw. zu diesem Zeitpunkt bzw. nach diesem Zeitpunkt haben.
3. Vorrichtung zum Messen elektrischer Energie nach einem der Ansprüche 1 bis 2, in der die Werte der Abtastungen des zweiten Signals mit Koeffizienten multipliziert werden, die die relativen Werte  $1$ ,  $1$  besitzen.

4. Vorrichtung zum Messen elektrischer Energie nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner mit Mitteln (5) zum Addieren eines Zittersignals zum ersten Signal, das eine Frequenz hat, die gleich oder ungefähr gleich der halben Abtastfrequenz des Signals ist.

5 5. Vorrichtung zum Messen elektrischer Energie nach einem der Ansprüche 1 bis 4, die so beschaffen ist, daß sie die elektrische Energie in jeder Phase eines Mehrphasennetzes mißt, und einen Stromsensor (1) sowie einen Spannungssensor (2) für jede Phase besitzt, wobei die Steuermittel und die Multiplexerschaltung (8) zusammenarbeiten, um die Signale von jedem Sensor an den Umsetzer (11) in  
10 einem sequentiellen Zyklus zu liefern.

6. Vorrichtung zum Messen elektrischer Energie nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Multiplexerschaltung (8) einen Eingang besitzt, der so beschaffen ist, daß er ein Welligkeitssteuersignal empfängt, wobei diese Messung zusammen mit den anderen Messungen in dem sequentiellen Zyklus an den  
15 Umsetzer (11) geliefert wird.

7. Vorrichtung zum Messen elektrischer Energie nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die elektronischen Steuermittel (9, 10) die Eingabe eines weiteren Signals, das eine oder mehrere überwachte Größen repräsentiert, in einen Kanal der Multiplexerschaltung (8) steuern, wobei dieser Kanal andernfalls auf null  
20 liegt, wobei die Frequenz der Eingabe des Überwachungssignals in diesen Kanal geringer als die Frequenz der Abtastung dieses Kanals ist, so daß dieser Kanal die meiste Zeit auf null liegt, jedoch intermittierend das Überwachungssignal empfängt.

8. Verfahren zum Messen elektrischer Energie unter Verwendung eines  
25 Stromsensors (1) und eines Spannungssensors (2), die Strom- bzw. Spannungssignale an eine Multiplexerschaltung (8) liefern, wobei die Signale dann in einem sequentiellen Signalzyklus an einen Analog/Digital-Umsetzer (11) geschickt werden, wobei die momentane elektrische Energie zum Zeitpunkt der Abtastung eines ersten Signals, das das Strom- oder Spannungssignal

repräsentiert, unter Verwendung eines ersten Schrittes des Berechnens eines Wertes, der das erste Signal repräsentiert, das aus dem Wert des ersten Wertes (22) erhalten wird, der zum Zeitpunkt der Abtastung des ersten Signals abgetastet wird, und eines zweiten Schrittes des Berechnens eines Wertes, der das zweite  
5 Signal repräsentiert, das aus den Werten der zwei Abtastungen (20, 21) des zweiten Signals erhalten wird, die vor bzw. nach dem Zeitpunkt der Abtastung des ersten Signals ausgeführt werden, berechnet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Schritt des Berechnens des Wertes des ersten Signals wenigstens zwei weitere Abtastwerte (23, 24) dieses ersten Signals verwendet, wovon einer (23)  
10 vor dem Zeitpunkt der Abtastung des ersten Signals und der andere (24) nach dem Zeitpunkt der Abtastung des ersten Signals erhalten wird.

0 685 744 (95401161.5)

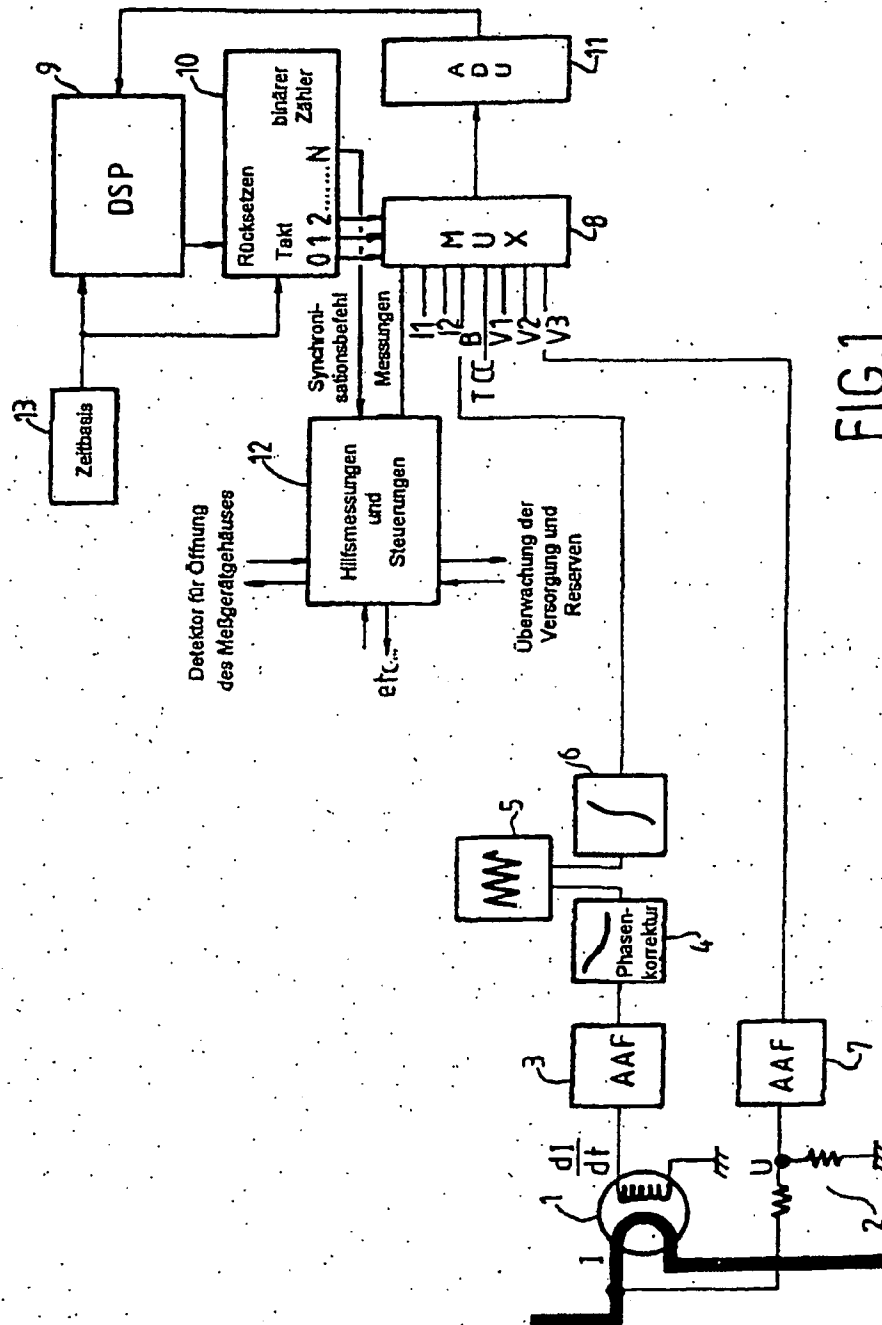


FIG. 1



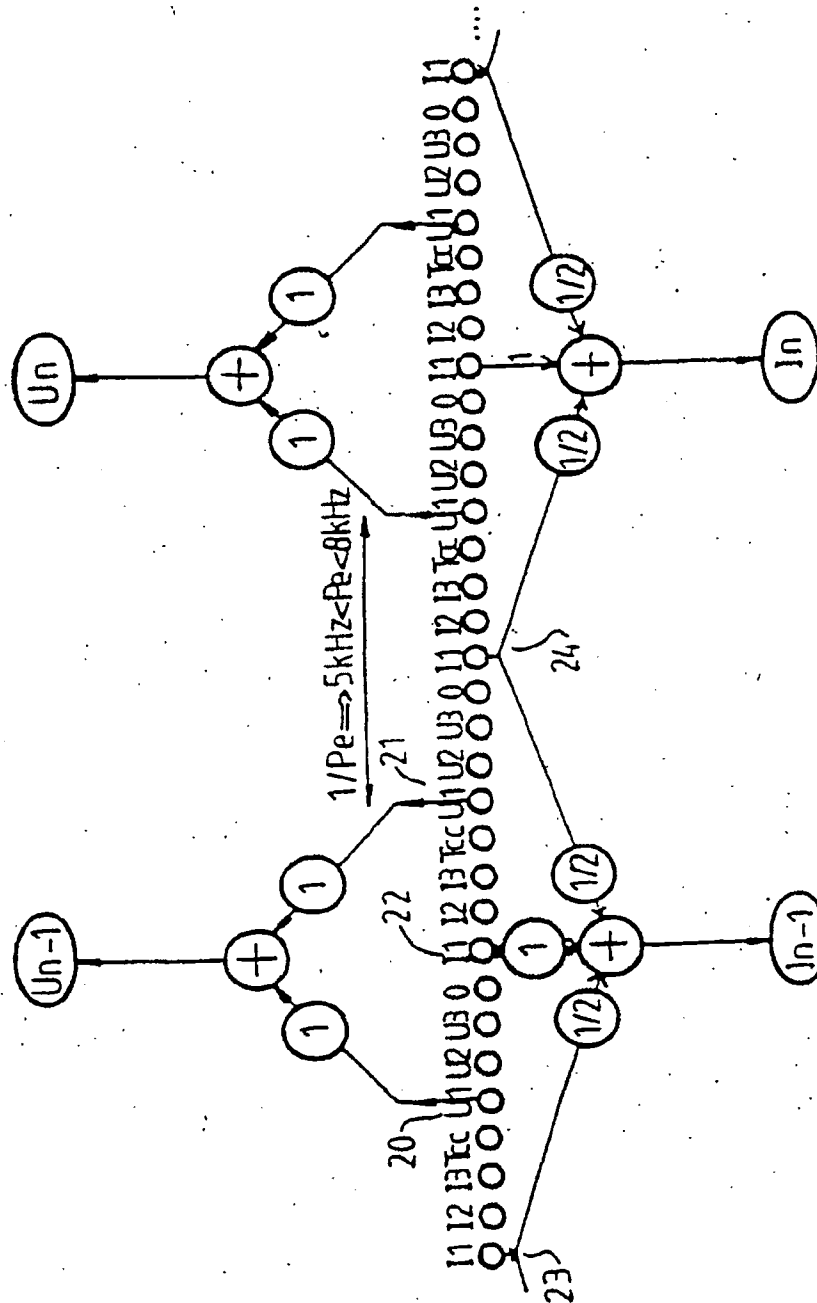


FIG. 2

